

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018

Marek Kotas

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Poruchovost vedení nn a vn

LV and MV line failure rate

Zadání bakalářské práce

Student: **Marek Kotas**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: Poruchovost vedení nn a vn
LV and MV line failure rate
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

- o Prvky distribuční sítě nn a vn.
- o Řád preventivní údržby vedení nn a vn.
- o Nejčastější poruchy na vedení nn, vn a příčiny jejich vzniku.
- o Vyhodnocení a porovnání poruchovosti za rok 2016 a 2017.
- o Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:


- o Tůma, J., Rusek, S., Martínek, Z., Chemišinec, I., Goňo, R.: Spolehlivost v elektroenergetice. ČVUT Praha, 2006, ISBN 80-239-6483-6
- o Vyhláška č. 540/2005 Sb o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice
- o Pravidla provozování distribučních soustav, příloha č. 2
- o Další podle pokynů vedoucího práce

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

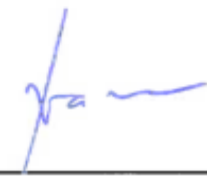
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Radomír Goňo, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě 18.4.2018



Marek Kotas

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Radomíru Goňovi, Ph.D. a Ing. Jiřímu Šoltysovi Ph.D. za odborné rady a pomoc se zpracováním této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá jednotlivými prvky distribuční sítě nízkého a vysokého napětí, jejich materiály na venkovním a kabelovém podzemním vedení. V další části je popsán řád preventivní údržby prováděný na jednotlivých napěťových hladinách a úkony které řádu preventivní údržby podléhají. Následující část se zabývá nejčastějšími poruchami na vedení nn a vn. Poslední závěrečná část porovnává poruchy za rok 2016 a 2017 na venkovním a kabelovém vedení a měsíce s největší poruchovostí v roce 2016 a 2017 s přihlédnutím na povětrnostní podmínky.

Klíčová slova

venkovní vedení, kabelové vedení, řád preventivní údržby, porucha, vítr

Abstract

This bachelor's thesis deals with individual elements of low and medium voltage distribution network, their materials on outdoor and cable underground lines. The following section describes the order of preventive maintenance performed on individual voltage levels and activities that are subject to preventive maintenance. The following section deals with the most common faults concerning the low and medium voltage lines. The final, closing part compares the faults in 2016 and 2017 on outdoor and cable lines and months with the highest number of faults in 2016 and 2017, taking into account the weather conditions.

Key Words

outdoor lines, cable lines, preventive maintenance order, fault, wind

Obsah

Seznam použitých zkratk.....	8
Seznam ilustrací	9
Seznam tabulek	10
Seznam grafů.....	10
ÚVOD	11
1 TYPY ROZVODÝCH SÍTÍ	12
1.1 VENKOVNÍ SÍŤ NN 400/230 V	12
1.2 KABELOVÁ SÍŤ NN 400/230 V	14
1.3 Venkovní síť vn 22 kV	17
1.4 Kabelová síť vn 22 kV	19
2 Řád preventivní údržby vedení nn a vn.....	20
2.1 Venkovní vedení nn holá, nebo smíšená	20
2.2 Kabelové vedení nn	22
2.3 Venkovní vedení vn.....	24
2.4 Kabelové vedení vn	25
3 Nejčastější poruchy na vedení nn a vn a příčiny jejich vzniku	27
3.1 Rozdělení poruch.....	27
3.2 Poruchy na vedení nn a vn	28
3.3 Standardy odstranění poruch	29
3.4 Určení obecných systémových ukazatelů nepřetržitosti distribuce DS.....	30
3.5 Motivační regulace kvality – bonusy/malusy	32
4 Vyhodnocení a porovnání poruchovosti za rok 2016 a 2017	33
4.1 Poruchy na venkovním vedení nn a vn.....	34
4.2 Poruchy na kabelovém vedení nn a vn	35
4.3 Příčiny poruch v nejporuchovějším měsíci v roce 2016.....	36
4.3.1 Rozdělení kabelových a venkovních poruch měsíci červen.....	37
4.4 Příčiny poruch v nejporuchovějším měsíci v roce 2017.....	38
4.4.1 Rozdělení kabelových a venkovních poruch měsíci říjen	38
5 Povětrnostní podmínky za rok 2016 a 2017	40
5.1 Vlastní doporučení	41
Závěr.....	42
Seznam použité literatury	43

Seznam použitých zkratk

ČR	Česká Republika
DS	Distribuční soustava
ERÚ	Energetický regulační úřad
ID	Číslo pracovního postupu ŘPÚ
Kč	Koruna česká
nn	Nízké napětí 0,4 kV
PEN	Kombinovaný ochranný a pracovní vodič
PPD	Provozovatel distribuční soustavy
PPN	Práce pod napětím
ŘPÚ	Řád preventivní údržby
Saidi	Systém Average Interruption Duration Index – průměrná doba trvání přerušení dodávky elektrické energie
Saifi	Systém Average Interruption Frequency Index – průměrná četnost přerušení dodávky elektrické energie
SJZ	Systém jednotného značení
vn	Vysoké napětí 22 kV
ZPK	Záznam provedené kontroly
PEN	Kombinovaný ochranný a pracovní vodič

Seznam ilustrací

Obrázek 1-1 Čtyřvodičový systém AES [9].....	12
Obrázek 1-2 Kotevní prvky [11].	13
Obrázek 1-3 Propichovací svorka [11].....	13
Obrázek 1-4 Lano AlFe. [10].	14
Obrázek 1-5 Kladkový izolátor.	14
Obrázek 1-6 Schéma paprskové sítě.....	15
Obrázek 1-7 Schéma okružní sítě.....	15
Obrázek 1-8 Schéma zjednodušené mřížové sítě.	16
Obrázek 1-9 Schéma mřížové sítě.....	16
Obrázek 1-10 Kabel AYKY 3x240+120 [9].	17
Obrázek 1-11 Izolovaný vodič PAS [9].	18
Obrázek 1-12 Izolovaný závěsný kabel AXEKVCEZ [9].....	18
Obrázek 1-13 Vodič AlFe [9].....	18
Obrázek 1-14 Uspořádání vodičů a) rovinné, b) do trojúhelníku, c)“pařát“, d) jednoduché vedení.....	19
Obrázek 1-15 Kabel AXEKCEY 1) jádro, 2) dolní polovodivá vrstva, 3)izolace, 4) horní polovodivá vrstva, 5)vodu blokující páska, 6) žíhané měděné dráty, 7)plášť, 8) ochranný plášť [10].	19
Obrázek 2-1 Titulní list o kontrole a provedených úkonech na venkovním vedení nn [8].	22
Obrázek 2-2 Titulní list o kontrole a provedených úkonech na kabelovém vedení nn [8].....	23
Obrázek 2-3 Tutilní list o kontrole a provedených úkonech na venkovním vedení vn [8].	25
Obrázek 2-4 Titulní list o kontrole a provedených úkonech na kabelovém vedení vn [8].....	26
Obrázek 3-1 Pád příhradového stožáru 22kV [7].	28
Obrázek 3-2 Příčina pádu příhradového stožáru [7].	29
Obrázek 4-1 Dispečerská oblast Karviná [6].....	33

Seznam tabulek

Tabulka 2-1 Pracovní postup [8].	20
Tabulka 2-2 Pracovní postup [8].	22
Tabulka 2-3 Pracovní postup [8].	24
Tabulka 2-4 Pracovní postup [8].	26
Tabulka 3-1 Parametry ukazatele kvality [6].	32

Seznam grafů

Graf 4-1 Poruchy na venkovním vedení nn a vn za rok 2016 a 2017.	34
Graf 4-2 Poruchy na kabelovém vedení nn a vn za rok 2016 a 2017.	35
Graf 4-3 Evidované poruchy na trafostanicích.	36
Graf 4-4 Poruchy a jejich příčiny za měsíc červen v roce 2016.	37
Graf 4-5 Rozdělení poruch za měsíc červen v roce 2016.	37
Graf 4-6 Poruchy a jejich příčiny za měsíc říjen v roce 2017.	38
Graf 4-7 Rozdělení poruch za měsíc říjen v roce 2017.	39
Graf 4-8 Rychlost větru za rok 2016 [12].	40
Graf 4-9 Rychlost větru za rok 2017 [12].	41

ÚVOD

Od distribuční sítě jakožto energetického zařízení se očekává vysoký stupeň spolehlivosti a bezpečnosti a vhodná opatření jsou již použita při výstavbě nových, nebo rekonstruovaných vedení. Snahou každého distributora je co nejspolehlivější dodávka elektrické energie a tomu výrazným způsobem napomáhá řád preventivní údržby, který minimalizuje právě ovlivnitelné poruchové stavy.

Cílem této bakalářské práce je vyhodnocení poruchovosti za rok 2016 a 2017 v dispečerské oblasti Karviná a vyhodnocení důležitosti provádění řádu preventivní údržby.

První část bakalářské práce popisuje typy rozvodných sítí a to nízkého napětí 0,4 kV a vysokého napětí 22 kV. Přibližuje jednotlivé materiály používané pro distribuci elektrické energie od kabelových zemních vedení a venkovních nadzemních vedení přes podpěrný bod sloužící k uchycení až po materiály k instalaci.

Druhá kapitola se zabývá řádem preventivní údržby na kabelovém zemním a venkovním vedení nn a vn. Přibližuje jednotlivé úkony prováděné při prohlídce, údržbě a diagnostice a jejich důležitost pro spolehlivý a bezpečný chod elektrického zařízení.

Třetí kapitola se zabývá nejčastějšími poruchovými stavy na nízkém napětí 0,4 kV a vysokém napětí 22 kV, nejčastějšími příčinami jejich vzniku a stanovenými standardy na dobu pro nalezení, odstranění a zprovoznění dodávky elektrické energie.

Čtvrtá kapitola porovnává poruchové stavy na výše zmíněných napěťových hladinách za rok 2016 a 2017 v dispečerské oblasti Karviná. Vyhodnocuje nejporuchovější měsíce v roce, ukazuje nejčastější příčiny vzniku poruch a porovnává počty poruch na venkovním a zemním kabelovém vedení.

1 TYPY ROZVODÝCH SÍTÍ

Elektrizační soustava slouží pro přenos elektrické energie od výrobce až ke konečnému spotřebiteli. Pro distribuci elektrické energie slouží distribuční soustava, která zahrnuje širokou oblast dodávky elektrické energie. Tato práce se zabývá problematikou napěťových hladin 22kV a 400/230V. Tyto napěťové hladiny můžeme rozdělit na dva základní typy a to kabelová a venkovní vedení.

1.1 VENKOVNÍ SÍŤ NN 400/230 V

U této sítě venkovního vedení se nejčastěji používá vedení provedené holými vodiči AlFe, které se však postupně nahrazují, ať už z důvodů rekonstrukce, nebo vybudování nové sítě izolovanými vodiči typu AES.

Tyto venkovní sítě dělíme na:

- Izolované
- Holé

• Izolovaná venkovní vedení nn

V České republice se izolovaná venkovní vedení nn provádí nejčastěji systémem typu AES viz obrázek 1-1. Jádru daného typu je kruhového profilu a je slaněno z hliníkových drátů. Průřezy těchto vodičů se pohybují od 16 až 120 mm². Jejich izolace je odolná proti UV záření a barva všech žil je černá. Liší se pouze výliskem na povrchu vodiče po celé jeho délce. Fázové vodiče jsou označeny jedním, dvěma, nebo třemi proužky po celé délce vodiče pro jasnou identifikaci. Nulový vodič je čistě hladký, avšak s potiskem metráže a značky zemnění.



Obrázek 1-1 Čtyřvodičový systém AES [9].

Pro montáž venkovních izolovaných vedení nn jsou dány nejmenší dovolené vzdálenosti mezi vodiči, země a od konstrukce. Vodiče se upevňují přímo na nosnou konstrukci, tak aby nedošlo k poškození jejich izolace, přičemž za součást vedení se považují sloupy, stožáry, střešníky a podobně.

Vodiče AES mají své vlastní navržené uchycovací a montážní prvky jak vidíme na obrázku 1-2 a 1-3, které jsou dodávány výrobcem.



Obrázek 1-2 Kotevní prvky [11].



Obrázek 1-3 Propichovací svorka [11].

Výhody izolovaných vodičů AES:

- Nízká hmotnost.
- Větší přenosová schopnost.
- Snížení namáhání podpěrných bodů.
- Snadná a rychlá montáž.
- Snížení ochranných pásem od objektů.

Druhy provedení vodičů AES:

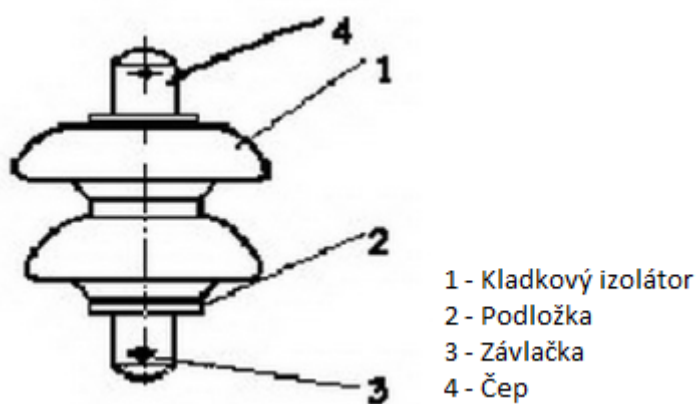
- Dvoužilový systém.
- Čtyřžilový systém.
- Čtyřžilový s přidavnou žilou.

- **Holá venkovní vedení nn**

Na obrázku 1-4 je znázorněn typ vodičů, pomocí kombinovaných lan AlFe, kde je nosná část tvořena ocelovým jádrem, kolem kterého je spirálovitě omotán hliníkový obal tvořen z jednotlivých hliníkových vodičů různého průměru. Vodiče jsou připevněny na porcelánových izolátorech umístěných na podpěrných bodech. Tento typ vedení se však dnes nahrazuje výše zmíněným typem AES.



Obrázek 1-4 Lano AlFe. [10].



Obrázek 1-5 Kladkový izolátor.

1.2 KABELOVÁ SÍŤ NN 400/230 V

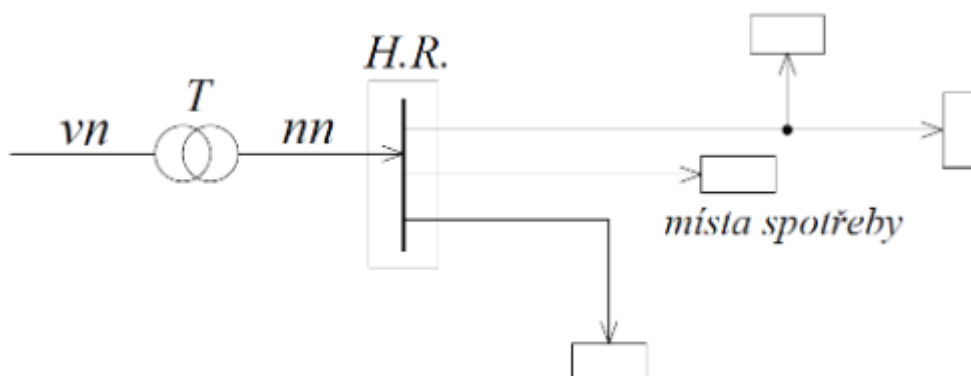
Kabelová síť neboli podzemní vedení jak už z názvu vyplývá je uložena pod zemí a proto se hojně využívá v hustě zastavěných oblastech, městech, nebo tam kde není možno stavět stožáry a jiné podpěrné body. Nejčastěji realizujeme toto vedení jako okružní, které je uskutečněno smyčkováním v kabelových skříních k tomu určených.

Tuto síť můžeme také provozovat v zapojení tak zvaném mřížovém, kdy máme tímto způsobem navzájem spojené víc než dvě transformační stanice. Toto se provádí zejména ve městech s velkou

hustotou zástavby. Pokud to však lze, je tato síť rozpojena v rozpojovacích skříních a provozuje se jako paprsková. Tento paprskový typ zapojení, co se týče nalezení poruchového místa, je optimální [5].

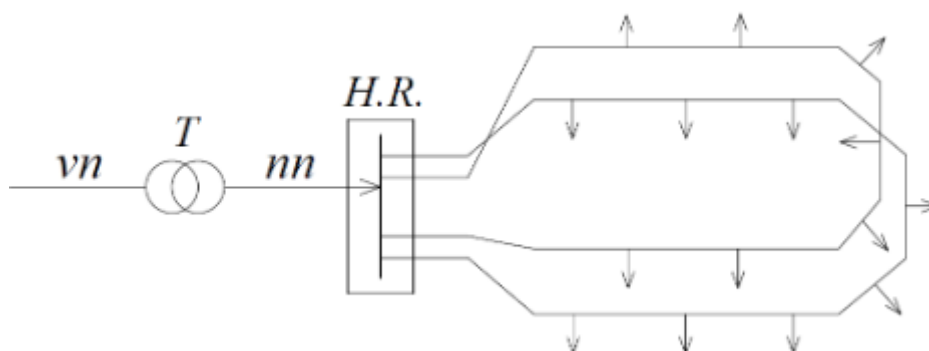
- **MOŽNOSTI ZAPOJENÍ KABELOVÉ SÍTĚ NN**

- **Paprsková síť:** Její použití je především v menších obcích a okrajových oblastech. Její výhodou je snadná obsluha, hospodárnost z hlediska výstavby a vysoká přehlednost vedení.



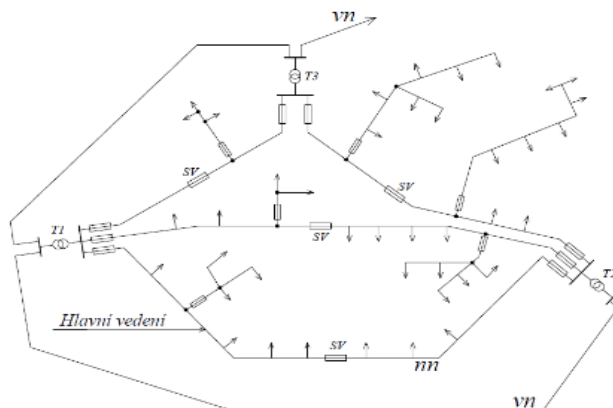
Obrázek 1-6 Schéma paprskové sítě.

- **Okružní síť:** Používá se především ve větších obcích, nebo menších městech. Její výhodou je možnost provedení v menším průřezu a to z důvodu možnosti napájení ze dvou stran, nebo síť provozovat jako paprskovou.



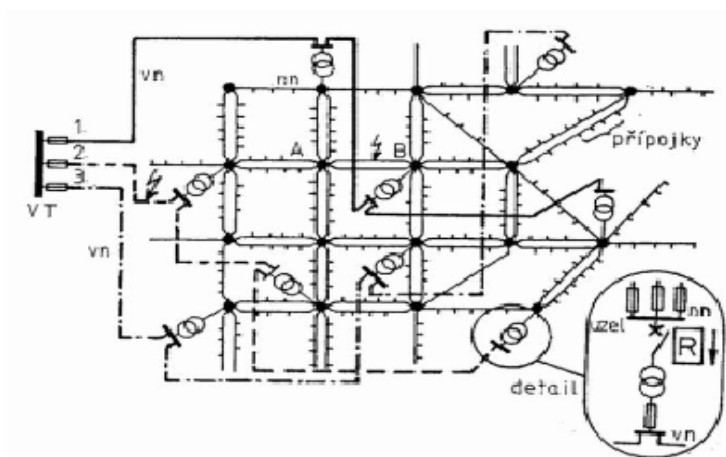
Obrázek 1-7 Schéma okružní sítě.

- **Zjednodušená mřížová síť:** Podmínkou pro splnění této sítě je, aby alespoň dva transformátory dodávaly do stejné sítě. U tohoto typu sítě je velká jistota dodávky elektrické energie, dochází zde k zlepšení napětového úbytku a lepšímu využití transformátorů.



Obrázek 1-8 Schéma zjednodušené mřížové sítě.

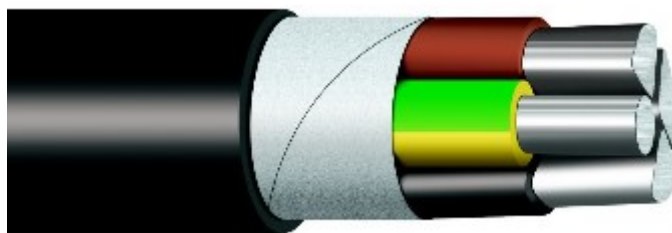
- **Uzlová a mřížová síť:** Tento typ vedení se realizuje v hustě osídlené oblasti a městech. Vedení je spojeno do tzv. uzlů, které jsou umístěny na vhodných místech v trase vedení. Nespornou výhodou je zde minimální kolísání napětí oproti předchozím typům a možnost jednoduchého navýšení počtu stanic, přidáním do vhodných uzlů a navýšení odběrných míst [3].



Obrázek 1-9 Schéma mřížové sítě.

• Nejčastější typy používaných kabelů nn

- Hlavní vedení nejčastěji provádíme z kabelů AYKY 3x240+120, AYKY 3x120+70.
- Pro odbočky z hlavního vedení používáme AYKY 3x120+70, AYKY 4x70.
- Pro přípojky AYKY 4x25 nebo 4x16.



Obrázek 1-10 Kabel AYKY 3x240+120 [9].

1.3 Venkovní sít' vn 22 kV

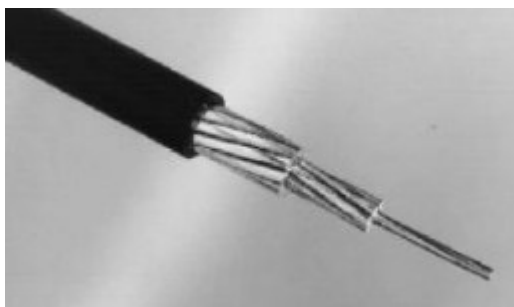
Venkovní vedení vn je provozováno s izolovaným uzlem transformátoru, nebo jako kompenzované. Skládá se z podpěrných bodů, izolátorů a samotných vodičů. Venkovní vedení je samozřejmě poruchovější než kabelové, jelikož je náchylnější na atmosférické podmínky.

Tyto venkovní sítě dělíme:

- Izolovaná
- Holá

• **Izolované venkovní vedení vn 22 kV**

Toto vedení se provádí nejčastěji z izolovaných vodičů typu PAS, jak ukazuje obrázek 1-11, avšak jejich izolace netvoří ochranu proti nebezpečnému dotyku živých částí, ale pouze umožňuje zúžení ochranného pásma. Tyto vodiče jsou komprimovaná lana, slaná z drátů z hliníkové slitiny, opatřenou jednoduchou izolací. Dalším typem izolovaných vodičů je AXEKVCEZ viz obrázek 1-12. Tento typ kabelů je slaněný a závěsný pomocí pozinkovaného ocelového lana. Tyto kabely nevyžadují další izolaci, jelikož jsou plně izolované a stíněné. Jelikož je jejich pořizovací cena nákladná, používají se tam, kde není možné z technických, ekologických, prostorových důvodů provést klasickou venkovní přípojku k trafostanici a řešení zemním kabelem je technicky nevhodné. Velkou výhodou je možnost použití společných podpěrných bodů s izolovaným vedením nn [4].



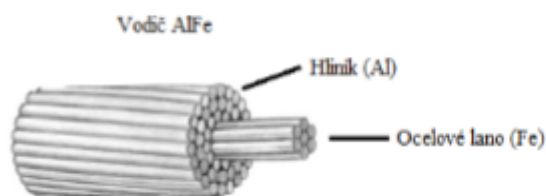
Obrázek 1-11 Izolovaný vodič PAS [9].



Obrázek 1-12 Izolovaný závěsný kabel AXEKVCEZ [9].

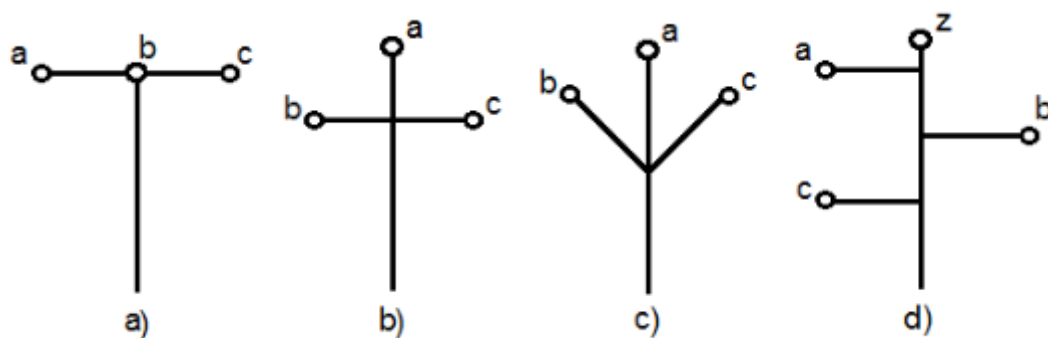
- **Holá venkovní vedení vn 22 kV**

Holé vodiče jsou základním typem venkovních sítí vn. Používají se lana AlFe – hliníkové slaněné s nosnou ocelovou duší těchto typů: AlFe 42/7, AlFe 70/11, AlFe 110/22 [4].



Obrázek 1-13 Vodič AlFe [9].

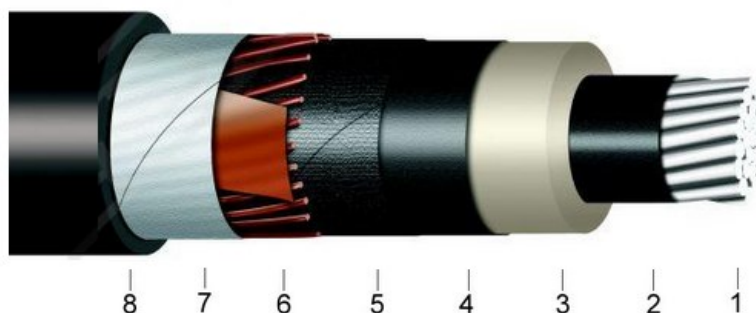
Možnosti uspořádání venkovního vedení vn.



Obrázek 1-14 Uspořádání vodičů a) rovinné, b) do trojúhelníku, c) "pařát", d) jednoduché vedení.

1.4 Kabelová síť vn 22 kV

Kabelové vedení je s porovnáním venkovního méně poruchové, ale z důvodu malých vzdáleností mezi fázemi dochází při poruše a působením oblouku k devastaci izolace a snadno, tak přechází k třífázovému zkratu. Nalezení poruchového místa u kabelového vedení není tak snadné jako u venkovního. Možnosti zapojení kabelové sítě vn je totožné jako zapojení kabelové sítě nn. Kabelová síť se používá zejména v hustě obydlených oblastech a městech. Tato varianta je ovšem dražší oproti venkovnímu vedení a také údržba je složitější. Nejčastějším používaným kabelem je AXEKVCEY [5].



Obrázek 1-15 Kabel AXEKVCEY 1) jádro, 2) dolní polovodiivá vrstva, 3) izolace, 4) horní polovodiivá vrstva, 5) blokujiící páska, 6) žíhané měděné dráty, 7) plášť, 8) ochranný plášť [10].

2 Řád preventivní údržby vedení nn a vn

Můžeme chápat jako předpis organizace, kterým provozovatel elektrického zařízení prokazuje pravidelnost jeho kontrol a údržby. Řád preventivní údržby je souhrn činností zaměřených na udržení provozuschopného a bezpečného stavu elektrického zařízení a to prohlídkou, měřením, zkoušením zařízení z hlediska bezpečného provozu. Součástí každé provedené práce je vypracování protokolu o záznamu provedené prohlídky. Práci provádí pracovník prokazatelně pověřený organizací k provádění revizí a kontrol elektrického zařízení s příslušnou kvalifikací podle vyhlášky 50/78 Sb.

Doporučuje se, aby byl ŘPÚ aktualizován maximálně jednou za pět let z těchto důvodů:

- Technický vývoj elektrických strojů, přístrojů a materiálů zařazovaných do provozu přenosové a distribuční soustavy vyvolává odlišnou náročnost na obsah a lhůty jednotlivých údržbových i kontrolních úkonů.
- Rozvoj přenosové a distribuční soustavy výstavbou nových zařízení může ovlivnit stupeň důležitosti stávajících zařízení a tedy i ovlivnit rozsah údržbových a kontrolních úkonů.

Pro jednotlivé druhy zařízení je třeba v ŘPÚ stanovit obsah příslušných úkonů a konkrétně stanovit jejich lhůty.

2.1 Venkovní vedení nn holá, nebo smíšená

Prohlídka venkovního vedení nn holého, popřípadě smíšeného se provádí pochůzkovou vizuální kontrolou z níže uvedených úkonů, za účelem ověření bezpečnosti a spolehlivosti daného zařízení DS. Výstupem je ověření bezpečného a spolehlivého provozu zařízení DS, aktuálního stavu již evidovaných závad a evidence závad nových.

Součástí kontroly je odstranění drobných závad, jako je výměna poškozených, nečitelných a chybějících bezpečnostních tabulek. Drobné závady jsou odstraňovány před dokončením prohlídky. Tyto závady jsou v ZPK evidovány jako odstraněné. V tabulce 2-1 vidíme pracovní postup pro ID 801.

Název ID	801 – Venkovní vedení nn holá, nebo smíšená – prohlídka
Perioda	24 měsíců
Způsob realizace	Bez odstávky
Náradí a vybavení	Dalekohled
Měřicí přístroje	Měřič výšky a vzdáleností
Doporučený počet pracovníků	1 – členná osádka

Tabulka 2-1 Pracovní postup [8].

- Popis činností:
 - Kontrola stavu porostů v blízkosti trasy.
 - Prohlídka stejnosměrného napnutí vodičů nad terénem, vzdálenosti od objektů, poškození vodičů popálením, stav izolátorů a kladek.
 - Prohlídka svorek a přeponek, vazů, stavu svodičů přepětí a jejich připojení na zemnič.
 - Prohlídka mechanického stavu podpěrných bodů, základů, patek, střešníků.
 - Kontrola čitelnosti a umístění výstražných a popisových tabulek.
 - Kontrola cizích zařízení umístěných na podpěrných bodech – stav upevnění, dodržení bezpečné vzdálenosti od živých částí.
 - Kontrola uzemnění a připojení neživých částí konstrukcí na zemniče a ochranný vodič, svodů a rozpojovacích měřících svorek.
 - Prohlídka kabelových svodů a souborů, jejich upevnění na opěrném bodě, stavu rozpojovací skříně.
 - Kontrola atributů technické evidence v záhlaví ZPK [4].

Nejčastější závady při prohlídce venkovního vedení nn holá, nebo smíšená jsou nedostatečné okleštění vegetace v okolí vodičů, prasklé porcelánové izolátory sloužící k uchycení vodičů na konzolách, nestejnosměrné napnutí jednotlivých vodičů a nedodržení vzdáleností od objektů.

- Návaznosti a vazby na další ID:
 - 802 – Venkovní vedení nn izolovaná – prohlídka (48 měsíců).
 - 804 – Venkovní vedení nn skříně – údržbová diagnostika (48 měsíců).
 - 811 - Kabel nn uložený jinak než v zemi – prohlídka (48 měsíců).

Region :
List :

ZÁZNAM O PROVEDENÉ KONTROLE DLE ŘPÚ

Pracoviště :		Obec - část obce :		Číslo hlášení :	
Provozní napětí : 0,4 kV		SJZ - název ÚÚ :		Číslo zakázky :	
Pracovní postup - návod :		Délka - vodiče : km		Počet skříní :	
		Venkovní vedení nn - prohlídka		Plánované datum :	
				Přílohy :	
Popis činnosti					
1 Kontrola stavu izolace vodičů, přechodů, ukončení a odbočení.					Ano - Ne
2 Kontrola čitelnosti a umístění výstražných a popisných tabulek a výstražných nátěrů.					Ano - Ne
3 Kontrola cizích zařízení, umístěných na opěrných bodech - stav upevnění, dodržení bezpečných vzdáleností od živých částí, znemožnění nebo ztížení přístupu k zařízení DS, ovlivnění kvality dodávky EE, možnost ohrožení cizího zařízení od zařízení DS (např. telefony na kovových stojácích, satelity na střešních apod.).					Ano - Ne
4 Kontrola uzemnění a připojení neživých částí konstrukcí na zemniče a ochranný vodič, svodů a rozpojovacích měřících svorek.					Ano - Ne
5 Kontrola stavu porostů v blízkosti trasy...					Ano - Ne
6 Prohlídka kabelových svodů a souborů, upevnění na opěrném bodě, rozpinacích a jisticích prvků venkovního vedení.					Ano - Ne
7 Prohlídka mechanického stavu opěrných bodů, základů, patek, kotev, střešníků, stav větvení opěrných bodů na objektech, stav konstrukce štítů, nátěrů, oplechování proti zatékání, hniloba opěrných bodů, šroubových spojů, vzpěr, svárů, stav konzol. U dřevěných stožárů - horních i dolních konců sloupu, stav v místě upevnění konzol a háků, vnitřní stav - poklepek u země a směrem vzhůru do výšky montéra, zajištění proti rozštípnutí.					Ano - Ne
8 Prohlídka stejnoměrnosti napnutí vodičů nad terénem, vzdáleností nad objekty a před nimi, poškození vodičů popálením, stav izolátorů a kladek (přeskoky, prasknutí, vytržení).					Ano - Ne
9 Prohlídka svorek a přeponek, vazů, stavu svodičů přepětí a jejich připojení na zemnič.					Ano - Ne
10 Prohlídka zámků, závěsů, stav pojistkových spodků, koroze, nátěry, těsnost.					Ano - Ne
11 Stav nosného lana a napínacích šroubů.					Ano - Ne
12 Kontrola atributů technické evidence v záhlaví ZPK					Ano - Ne
Poznámky					
Závěr (* - nehodící se škrtněte)					
Použité přístroje :		Zařízení je - není)* schopno bezpečného provozu.		Jméno :	Datum :
Typ :	Výrobní číslo :			Provedl :	Podpis :
				Vyhodnotil a uzavřel v TIS:	
Staré značení					
SJZ staré :		Staré značení vedení :			

Obrázek 2-1 Titulní list o kontrole a provedených úkonech na venkovním vedení nn [8].

2.2 Kabelové vedení nn

Diagnostika kabelového vedení nn se provádí měřením, sestávající se z níže uvedených úkonů, za účelem ověření bezpečnosti a spolehlivosti daného zařízení DS. Výstupem je ověření bezpečného a spolehlivého provozu zařízení DS, aktuálního stavu již evidovaných závad a evidence závad nových.

Součástí diagnostiky není odstranění drobných závad jako, drobné závady označení a popisů dle SJZ jsou prováděny v rámci ID812 Skříňe nn – údržba. V tabulce 2-2 vidíme pracovní postup pro ID 814.

Název ID	814 – Kabelové vedení nn – diagnostika
Perioda	48 měsíců
Způsob realizace	Bez odstávky – běžná práce pod napětím
Nářadí a vybavení	Žebřík
Měřicí přístroje	Měřič impedance poruchové smyčky, měřič uzemnění
Doporučený počet pracovníků	2 – členná osádka

Tabulka 2-2 Pracovní postup [8].

- Popis činností:
 - Měření impedance poruchové smyčky v jističích a rozpojovacích skříních nn v trasách hlavního vedení, odboček a trasách elektrických přípojek, na koncích hlavních vedení a odboček.
 - Měření uzemnění PEN vodiče umístěných v trasách:
 - Hlavního vedení.
 - Odboček z hlavního vedení.
 - Elektrických přípojek a na koncích hlavních vedení a odboček.
 - Kontrola atributů technické evidence v záhlaví ZPK [4].

Při diagnostice kabelového vedení nn nacházíme nejčastější závady v podobě nevyhovující impedance poruchové smyčky, nevyhovující hodnota uzemnění, poškozené uzamykání kabelové skříně a chybějící propojení mezi neživou částí a PEN.

- Ná vaznosti a vazby na další ID:
 - 812 – Vedení nn – údržba skříní nn (48 měsíců).

Region :
 Strana :

ZÁZNAM O PROVEDENÉ KONTROLE DLE ŘPÚ

Pracoviště :		Obec - část obce :		Číslo hlášení :	
Údržbový úsek - název :		Číslo zakázky :			
Provozní napětí :	0,4 kV	Počet uzemnění :	ks	Počet rozp. skříní :	ks
Pracovní postup - návod :	814	Kabelové vedení nn - diagnostika		4 R	Přilohy :
Popis činnosti					Provedeno:
1 Měření impedance poruchové smyčky v jističích a rozpojovacích skříních nn v trasách hlavního vedení, odboček a trasách elektrických přípojek, na koncích hlavních vedení a odboček.					Ano - Ne
2 Měření uzemnění PEN vodiče umístěných v trasách: - hlavního vedení - odboček z hlavního vedení - elektrických přípojek a na koncích hlavních vedení a odboček. Vyhodnocení naměřených hodnot porovnáním s podmínkami PNE 33 0000-1, resp. ČSN 33 2000-5-54 ed 2, dle jejich platnosti v návaznosti na datum uvedení vedení do provozu.					Ano - Ne
Poznámka					
<p>POZOR - Na protokol jsou předtištěny pouze rozpojovací skříně, pokud není výčet skříní úplný, tak chybějící skříně doplňte ručně ! Ostatní místa měření (podpěrné body, případné skříně) se doplňují ručně dle konkrétní situace.</p>					
Závěr (* - nehodící se škrtněte)					
Použité přístroje :		Zařízení je - není)* schopno bezpečného provozu.		Jméno :	Datum :
Typ :	Výrobní číslo :			Provedl :	Podpis :
				Vyhodnotil a uzavřel v TIS :	
Staré značení					
Staré SJZ :		Staré značení vedení :			

Obrázek 2-2 Titulní list o kontrole a provedených úkonech na kabelovém vedení nn [8].

2.3 Venkovní vedení vn

Prohlídka venkovního vedení vn se provádí pochůzkovou a vizuální kontrolou z níže uvedených úkonů, za účelem ověření bezpečnosti a spolehlivosti daného zařízení DS. Výstupem je ověření bezpečného a spolehlivého provozu zařízení DS, aktuálního stavu již evidovaných závad a evidence závad nových.

Součástí kontroly je odstranění drobných závad, jako je výměna poškozených, nečitelných a chybějících bezpečnostních tabulek. Drobné závady jsou odstraňovány před dokončením prohlídky. Tyto závady jsou v ZPK evidovány jako odstraněné. V tabulce 2-3 vidíme pracovní postup pro ID 701.

Název ID	701 – Venkovní vedení vn – prohlídka
Perioda	12 měsíců
Způsob realizace	Bez odstávky
Nářadí a vybavení	Dalekohled
Měřicí přístroje	Měřič výšky a vzdáleností
Doporučený počet pracovníků	1 – členná osádka

Tabulka 2-3 Pracovní postup [8].

- Popis činností:
 - Kontrola dodržování ochranných pásem.
 - Kontrola vzdáleností vodičů nad terénem, od konstrukcí, objektů.
 - Kontrola dřevin a popínavých rostlin v ochranném pásmu.
 - Kontrola fázových vodičů, zemních lan a proudových spojů.
 - Kontrola celkového stavu podpěrných bodů včetně základů, konzol a izolátorů.
 - Kontrola označení podpěrného bodu z pohledu SJZ.
 - Kontrola nadzemní části uzemnění.
 - Kontrola zjevných vad úsečníků.
 - Kontrola čísla úsečníků.
 - Kontrola atributů technické evidence v záhlaví ZPK [4].

Mezi časté závady u prohlídky venkovního vedení vn patří podobně jako u hladiny nízkého napětí nedostatečné okleštění vegetace v okolí vodičů, nebo chybějící, nečitelné a poškozené bezpečnostní tabulky. V případech konstrukce příhradových stožárů je častou závadou celková koroze nebo drolení betonových základů.

- Návaznosti a vazby na další ID:
 - 704 – Venkovní vedení vn – diagnostika – termovize (48 měsíců).
 - 711 – Kabel vn uložený jinak než v zemi – prohlídka (24 měsíců).
 - 721 – Spínací prvky venkovního vedení vn :
 - Údržba (48 měsíců).
 - Prodloužená údržba (96 měsíců).
 - Údržba PPN (96 měsíců).

Region :
List :

ZÁZNAM O PROVEDENÉ KONTROLE DLE ŘPÚ

Pracoviště :	Údržbový úsek :	Číslo vedení :	Číslo hlášení :
Provozní napětí : 22 kV	Název ÚÚ :		Číslo zakázky :
Pracovní postup - návod :	Délka vedení (holé a izol.vodiče) : km		Plánované datum :
	701 Venkovní VN - prohlídka		Počet stran,vč.příloh:
Popis činnosti			Provedeno:
1. Kontrola dodržování ochranných pásem.			Ano - Ne
2. Kontrola vzdáleností vodičů nad terénem, od konstrukcí, objektů (stavby, ...). Kontrola vzdáleností od křížících se zařízení.			Ano - Ne
3. Kontrola dřevin a popínavých rostlin v ochranném pásmu vedení, okolí podpěrných bodů, lesní průseky a odstranění jednotlivých dřevin bezprostředně ohrožující provoz.			Ano - Ne
4. Kontrola vzdáleností od objektů z hlediska dotykových napětí - místa odlehle			Ano - Ne
5. Kontrola fázových vodičů, zemních lan a proudových spojů			Ano - Ne
6. Kontrola stavu dalších vedení na společném podpěrném bodě.			Ano - Ne
7. Kontrola celkového stavu podpěrných bodů včetně základu, konstrukcí, konzol a izolátorů - mechanické poškození, poškození vlivem přepětové vlny, vychýlení, stabilita, hniloba, praskliny, stav a provedení kotev a vzpěr, stav stupaček.			Ano - Ne
8. Kontrola označení podpěrného bodu z pohledu SJZ (čísla PB, vedení a barevného značení vícenásobných vedení), bezpečnostních tabulek, stavu výstražných náterrů u vedení v letových trasách (provádí se kontrola pohledem v případě osazení z pohledu uchycení a kompletnosti), rozlišení a označení vedení v souběhu a křížovkách.			Ano - Ne
9. Kontrola nadzemní části uzemnění - mechanického stavu (stav koroze), měřící svorka a připevnění na podpěrném bodě, vodivé spojení s chráněným prvkem, stav zemního (vyorán, utržen, obnoven).			Ano - Ne
10. Kontrola zjevných vad úsečnicků.			Ano - Ne
11. Kontrola čísla úsečnicku dle SJZ (UO)			Ano - Ne
12. Kontrola stavu úsekové pojistky a poj. spodka.			Ano - Ne
13. Kontrola stavu kabelových svodů a koncovek (souboru) u přechodových podpěrných bodů při přechodu na kabelové vedení			Ano - Ne
14. Kontrola stavu ochrany proti přepětí.			Ano - Ne
15. Kontrola optických kabelů a spojovacích krabic.			Ano - Ne
16. Kontrola stavu ochranné plátna proti úrazu elektrickým proudem.			Ano - Ne
17. Kontrola stavu uchycení cizích zařízení, umístěných na podpěrných bodech, včetně jejich soupisu.			Ano - Ne
18. Kontrola stavu antén DO úsečnicků.			Ano - Ne
19. Kontrola atributů technické evidence v záhlaví ZPK			Ano - Ne
Závěr (*-nehodící se škrtněte)			
Použité přístroje :		Zařízení je - není)* schopno bezpečného provozu.	Provedl : Vyhodnotil a uzavřel v TIS:
Typ :	Jméno :		
Výrobní číslo :	Datum :		
		Podpis :	
Staré značení			
SJZ staré :		Staré značení vedení :	

Obrázek 2-3 Tutilní list o kontrole a provedených úkonech na venkovním vedení vn [8].

2.4 Kabelové vedení vn

Údržba neprůhledných dolévacích kabelových koncovek ve stanici se provádí kontrolou přítomnosti izolační hmoty v koncovkách za vypnutého stavu. Taktéž jako u předešlých prohlídek se provádí za účelem ověření bezpečnosti a spolehlivosti daného zařízení DS.

Součástí kontroly je odstranění drobných závad, jako je výměna poškozených gumových víček. V tabulce 2-4 vidíme pracovní postup pro ID 712.

Název ID	712 – Kabel vn – údržba neprůhledných dolévacích koncovek
Perioda	24 měsíců
Způsob realizace	S odstávkou
Nářadí a vybavení	Souprava pro doplňování koncovek
Měřicí přístroje	Bez nároků na měřicí přístroje
Doporučený počet pracovníků	2 – členná osádka

Tabulka 2-4 Pracovní postup [8].

- Popis činností:
 - Kontrola stavu neprůhledných kabelových dolévacích koncovek.
 - Kontrola úniku oleje, netěsností koncovek.
 - Kontrola stavu oleje v koncovkách, jeho případné doplnění.
 - Očištění kabelové koncovky.
 - Kontrola atributů technické evidence v záhlaví ZPK [4].

V případě kabelového vedení vn a údržby neprůhledných kabelových koncovek jsou nejčastější závadou netěsnící tekoucí koncovky v místě šroubových spojů nebo poškozené koncovky.

- Návaznosti a vazby na další ID:
 - 901 – DTS kobková – prohlídka (48 měsíců).
 - 903 – DTS kobková – údržba ve vypnutém stavu (48 měsíců).
 - 906 – DTS kobková – diagnostika – termovize (48 měsíců).

Region :

List:

ZÁZNAM O PROVEDENÉ KONTROLE DLE ŘPÚ

Pracoviště :		Číslo vedení :		Číslo hlášení :	
Provozní napětí : 22 kV		Údržbový úsek :		Číslo zakázky :	
		Název ÚÚ :		Plánované datum :	
Pracovní postup - návod : 712 Kabel vn - údržba neprůhledných dolévacích koncovek		Počet dolévacích koncovek :		Počet stran, včetně příloh: 24 M	

Popis činností					
1	Kontrola stavu neprůhledných kabelových dolévacích koncovek	Ano - Ne	3	Kontrola stavu oleje v koncovkách, jeho případné doplnění.	Ano - Ne
2	Kontrola úniku oleje, netěsností koncovek.	Ano - Ne	4	Případné očištění kabelové koncovky.	Ano - Ne
			5	Kontrola atributů technické evidence v záhlaví ZPK	Ano - Ne

Evidované závady			
Část objektu	Popis závady		Odstraněno

Zjištěné závady									
Poř. číslo závady	Popis místa	DTS / stavba	Vývod	Koncovky	Těsnění	Znečištění	Těsnění gumové vložky	Stav oleje	Poznámky pro záznamy: Priority (vzor záznamu): I nebo 1: INEED M nebo 3: MĚSIC, varianty: 0,5M -14 dnů; 3-2 nebo M2 - 2 měsíce R nebo 4: ROK, varianty: 0,6R - 6 měsíců; 4-2 nebo R2 - 2 roky K nebo 5: Kontrola pH ŘPÚ Popis neodstraněných závad dle pravidla jeden řádek jeden PTE (komentář k vyznačené závadě; provedená opatření). Detail lze uvést na druhou stranu formuláře, popř. do přílohy.
									Závady odstraněny Dne (datum) Kým (podpis)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Závěr (* - nehodící se škrtněte)					
Typ:	Výrobní číslo :	Zařízení je - není)* schopno bezpečného provozu.	Provedl : Vyhodnotil a uzavřel v TIS:	Jméno :	Datum :

Staré značení	
SJZ staré :	Staré značení vedení :

Obrázek 2-4 Titulní list o kontrole a provedených úkonech na kabelovém vedení vn [8].

3 Nejčastější poruchy na vedení nn a vn a příčiny jejich vzniku

Porucha se projevuje jako částečná nebo úplná ztráta schopnosti objektu plnit požadovanou funkci. Nejrozšířenějšími poruchami v elektrizační soustavě jsou zkraty. Zkrat vznikne spojením fází navzájem nebo se zemí v soustavě s uzemněným uzlem. Zkrat vzniká bezodporovým spojením dvou míst s různým potenciálem. Ve skutečnosti se setkáváme se zkraty bezodporovými (např. spojením dvou fází) a odporovými (např. spadlá vlhká větev na vedení).

Zkrat způsobuje elektrické poškození dielektrik (izolant) a izolátorů, tepelné poškození vodičů (tavení) a nakonec i mechanické poškození vlivem sil zkratových proudů [7].

- Účinky zkratových proudů – tepelné (oblouk)
 - světelné (oblouk)
 - silové
 - přepětí

3.1 Rozdělení poruch

- Podle podmínek vzniku:
 - Porucha z vnějších příčin – je způsobena nedodržením stanovených podmínek provozu a předpisů (např. údržba, obsluha, špatná manipulace).
 - Porucha z vnitřních příčin – může nastat vlastní nedokonalostí daného prvku při zachování provozního stavu. Porucha opotřebením (únavou materiálu), kde jejich výskyt s časem roste.
- Podle výskytu v čase a rozsahu poruchy:
 - Náhlá porucha – projevuje se jako náhlá změna jednoho nebo více parametrů objektu a může být klasifikována podle rozsahu poruchy jako úplná (havarijní) kdy zabraňuje objektu plnit požadovanou funkci. Charakter těchto poruch je nepředvídatelný.
 - Postupná porucha – projevuje se postupně systematicky (např. opotřebení, stárnutí) a charakterizuje částečnou (degradační) poruchu. Hodnota parametru se mění v časovém intervalu postupně bez větších změn, a po určitém čase dosáhne kritického stavu (poruchy).
- V návaznosti s jinými poruchami:
 - Závislá – vzniká přímým následkem jiné poruchy.
 - Nezávislá – nemá spojitost s žádnou předcházející poruchou.

- Podle doby trvání:
 - Trvalá porucha – odstraní se nahrazením, výměnou nebo opravením poškozeného prvku.
 - Dočasná porucha – mohou samovolně vymizet nebo trvat po dobu působení vnějších vlivů.

3.2 Poruchy na vedení nn a vn

Za nejčastější příčinu poruchového stavu na venkovním vedení nízkého napětí můžeme považovat pád větve nebo nedostatečné okleštění vegetace v okolí vodičů. Drtivý vliv na tento nežádoucí stav mají nepříznivé klimatické podmínky jako zvýšený poryv větru a v zimním období mokrá a těžký sníh na větvích stromů. Těmto poruchám by se dalo zabránit dostatečným okleštěním vegetace v okolí vedení avšak hustota a pokrytí venkovním vedením je nejrozšířenější a není tedy možné dosáhnout stoprocentního úspěchu. Při tomto typu poruchy dochází nejčastěji k výpadku předřazené pojistky vlivem zkratu, přetržení vodičů, následnému pádu na zem a zemnímu spojení či zkratu. Avšak při pádu většího kusu větve až celého stromu dochází k totálnímu poškození nejbližších podpěrných bodů a vybavení na nich upevněných jak vidíme na obrázku 3-1 a 3-2 [7].



Obrázek 3-1 Pád příhradového stožáru 22kV [7].



Obrázek 3-2 Příčina pádu příhradového stožáru [7].

Další z velmi častých příčin je závada u odběratele, kdy zákazník zavolá poruchový stav, ale závada není na straně dodávky nýbrž na zařízení zákazníka (např. vadný hlavní jistič z důvodu nepropouštějící jedné z fází. Popřípadě je závada přímo v instalaci zákazníka). Nejedná se tedy o přímou poruchu ze strany distribuce, ale četnost výjezdů na tyto stavy není zanedbatelná.

Mezi méně časté příčiny přerušení dodávky elektrické energie můžeme zahrnout úder blesku, únavu materiálu, přechodový odpor, porušení tvaru, celistvosti a funkce.

3.3 Standardy odstranění poruch

Časové lhůty přerušení dodávky elektrické energie vlivem poruchového stavu zařízení se počítají od okamžiku, kdy se provozovatel distribuční soustavy dozvěděl o vzniku přerušení dodávky elektrické energie nebo kdy vznik přerušení mohl a měl zjistit.

Standardy na ukončení přerušení dodávky elektrické energie se liší podle napěťové hladiny, typu a závažnosti poruchy daného zařízení.

- Pro poruchu malého charakteru na napěťové hladině do 1 kV (pouze výměna vadné závitové nebo nožové pojistky) je stanoven čas 6 hodin od oznámení provozovateli distribuční soustavy.

- Pro poruchu většího charakteru na napěťové hladině do 1 kV jako je například přetržený vodič, prasklý pojistkový článek, pád stromu na vodiče a jiné je 18 hodin od oznámení provozovateli distribuční soustavy.
- Pro napěťovou hladinu nad 1 kV je tento čas stanoven na 12 hodin z jakékoliv příčiny [2].

Za nedodržení standardu ukončení přerušení distribuce elektřiny poskytuje provozovatel distribuční soustavy dle vyhlášky 540/2005 Sb. zákazníkovi náhradu ve výši 10% z jeho roční platby maximálně však

- 6 000 Kč v sítích do 1 kV,
- 12 000 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV,
- 120 000 Kč v sítích nad 52 kV.

Za nedodržení standardu výměny poškozené pojistky poskytuje provozovatel distribuční soustavy zákazníkovi náhradu ve výši 1 200 Kč.

Tyto náhrady nelze spravedlivě požadovat od příslušného dodavatele elektrické energie v případě důsledku vzniku živelních událostí nebo havárií na zařízení přenosové nebo distribuční soustavy nebo nastal-li stav nouze [2].

Tyto standardy a případné sankce jsou stanoveny úřadem ERÚ. Jedná se o určení parametrů SAIDI a SAIFI, které by měly být pevně stanoveny pro všechny distributory v ČR [1].

3.4 Určení obecných systémových ukazatelů nepřetržitosti distribuce DS

SAIDI se měří v jednotkách času (minuty) a hodnoceným obdobím je zpravidla jeden kalendářní rok. Energetický regulační úřad na svých stránkách každoročně zveřejňuje zprávy o kvalitě obsahující vyhodnocení tohoto ukazatele.

$$SAIDI = \frac{\text{součet doby trvání přerušení dodávky elektřiny jednotlivým odběratelům}}{\text{celkový počet odběratelů}}$$

SAIFI se vyjadřuje v počtech přerušení dodávky elektrické energie za rok. Energetický regulační úřad na svých stránkách každoročně zveřejňuje zprávy a kvalitě obsahující vyhodnocení tohoto ukazatele.

$$SAIFI = \frac{\text{počet přerušení dodávky elektřiny jednotlivým odběratelům}}{\text{celkový počet odběratelů}}$$

CAIDI je to průměrná doba trvání jednoho přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v hodnoceném období.

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

Předmětem tohoto sledování jsou neplánovaná (poruchová/nahodilá) přerušení distribuce a plánovaná přerušení distribuce s trváním delším než 3 minuty.

Nepřetržitost distribuce je závislá nejen na spolehlivosti prvků distribuční soustavy, ale i na organizaci činností při plánovaném i nahodilém přerušení distribuce. Je důležité sledovat i další okolnosti jako vybavení technickými prostředky pro lokalizaci poruch, způsobu provozu uzlu sítě a možnosti náhradního napájení.

V rámci motivační regulace kvality jsou do výpočtu ukazatelů nepřetržitosti SAIFIQ, SAIDIQ zahrnuty pouze události, na které má provozovatel dané soustavy vliv.

Podněty ovlivňující ukazatele SAIDI a SAIFI

Plánované vyvolané z podnětu PDS

- Údržba, revize, (ŘPÚ).
- Opravy, rekonstrukce, výstavba DS.
- Mimořádné investiční akce uznané ERÚ.
- Ostatní.

Podněty neovlivňující ukazatele SAIDI a SAIFI

Plánované události nevyvolané z podnětu PDS

- Vypnutí na žádost uživatele DS.
- Připojení nového uživatele DS.
- Plánované přerušení z nadřazené či jiné soustavy.
- Plánovaná přerušení vyvolána jiným subjektem.

SAIDI a SAIFI jsou tedy jedním z nejsledovanějších ukazatelů a je v zájmu každého distributora elektrické energie snižovat tyto hodnoty. Možností jak snížit tyto hodnoty je několik například omezením počtu výpadků nebo zkrácení dob trvání jednotlivých výpadků dodávky elektrické energie.

3.5 Motivační regulace kvality – bonusy/malusy

Cílem úřadu (jakého?) je dostatečně motivovat provozovatele distribučních soustav zvyšovat kvalitu dodávek elektřiny konečným zákazníkům a dále zvýšení důrazu na kvalitu v rámci regulačního mechanismu. Pro motivaci došlo k navýšení bonusů/ penále z hodnoty $\pm 3\%$ na hodnotu $\pm 4\%$ ze zisku dané společnosti.

Pro jednotlivé držitele licence jsou stanoveny individuální ukazatele kvality. V tabulce 3-1 vidíme ukazatele pro skupinu ČEZ.

SAIFI	Referenční hodnota	Roční zpříšňování	Požadovaná hodnota pro rok 2016	Požadovaná hodnota pro rok 2017	Požadovaná hodnota pro rok 2018	Hranice neutrálního pásma	Maximální bonus/penále
ČEZ Distribuce	2,360	1,25%	2,331	2,301	2,273	$\pm 5\%$	$\pm 15\%$
SAIDI	Referenční hodnota	Roční zpříšňování	Požadovaná hodnota pro rok 2016	Požadovaná hodnota pro rok 2017	Požadovaná hodnota pro rok 2018	Hranice neutrálního pásma	Maximální bonus/penále
ČEZ Distribuce	262,700	2,5%	256,133	249,729	243,486	$\pm 5\%$	$\pm 15\%$

Tabulka 3-1 Parametry ukazatele kvality [6].

Výši penále nebo bonusu za dosaženou úroveň kvality distribuce elektřiny se stanoví v závislosti na dosažených hodnotách ukazatelů nepřetržitosti distribuce elektřiny. Současně s požadovanými parametry kvality jsou stanoveny „horní a dolní meze“, od kterých je dále uplatňována maximální hodnota bonusu respektive penále. Předpokládá se s využitím tzv. „neutrálního pásma“, v rámci kterého nedochází k uplatňování bonusů či sankcí. Tímto prvkem je částečně možné eliminovat meziroční výkyvy v dosahovaných hodnotách ukazatelů nepřetržitosti [6].

4 Vyhodnocení a porovnání poruchovosti za rok 2016 a 2017

Dispečerskou oblast Karviná jsem si zvolil, jelikož tam pracuji 8 let jako elektromontér a osobně provádím řád preventivní údržby na napěťových hladinách nn a vn a také pracuji na odstraňování poruchových stavů.

Vyhodnocení poruchovosti je provedeno v dispečerské oblasti Karviná za rok 2016 a 2017 na venkovním a podzemním kabelovém vedení nízkého a vysokého napětí. Uvedená data slouží pouze k přibližnému seznámení s poruchovostí v uvedených letech.



Obrázek 4-1 Dispečerská oblast Karviná [6].

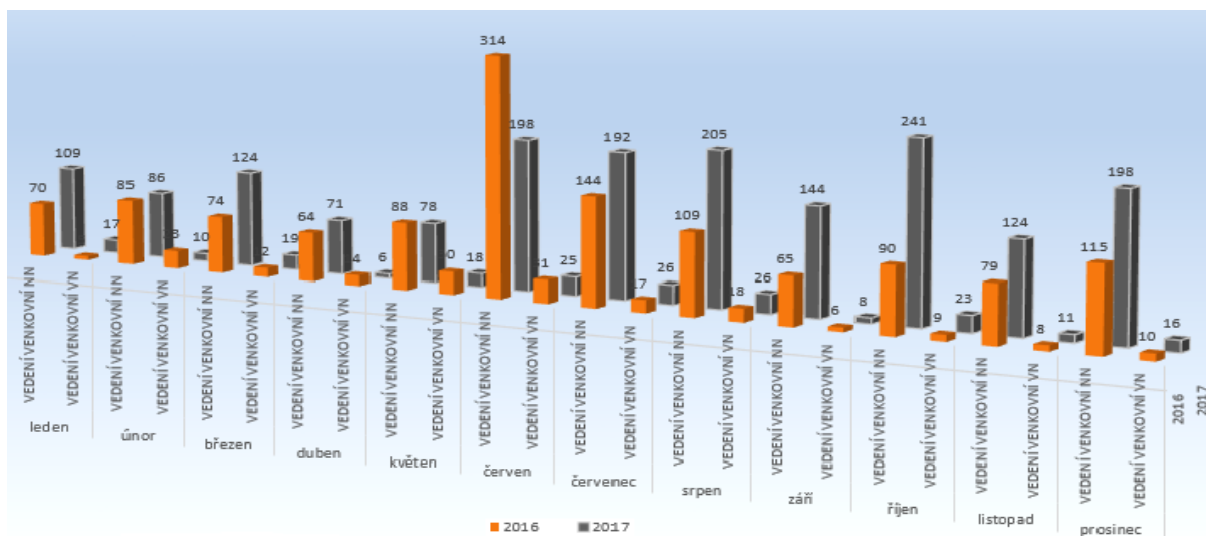
Na obrázku 4-1 vidíme dispečerskou oblast Karviná, která se rozléhá na ploše 356,2 km² a spadají do ní města jako Bohumín, Rychvald, Orlová, Karviná, Havířov a Český Těšín společně s mnoha obcemi například Doubrava, Dětmarovice, Albrechtice, Těrlicko. Je tedy snadné představit si o jaké množství vedení, podpěrných bodů a dalších zařízení potřebná k distribuci elektrické energie se jedná.

4.1 Poruchy na venkovním vedení nn a vn

V roce 2016 bylo evidováno v dispečerské oblasti Karviná 2022 poruch a v roce 2017 bylo evidováno 2483 poruch na hladinách nízkého a vysokého napětí.

Graf 4-1 ukazuje poruchovost v jednotlivých měsících na venkovním vedení vysokého a nízkého napětí. Z grafu je zřejmé, že největší kumulace poruch v roce 2016 byla v měsíci červen. V toto roční období je vegetace plně obrostlá listím a v plném rozkvětu což napomáhá při silném větru k lámání stromů a praskání větví. Silné bouřky a nárazové větry doprovázeny hustých deštěm nejsou v tomto období výjimkou. V roce 2017 je situace v letních měsících srovnatelná s rokem 2016. Za navýšení poruchových stavů od měsíce červen má na svědomí neobvykle větrné období doprovázené silnými bouřkami a nárazovými větry. Celkový součet poruch na venkovním vedení nn a vn činí 1480 v roce 2016 a 1975 poruch v roce 2017 [8].

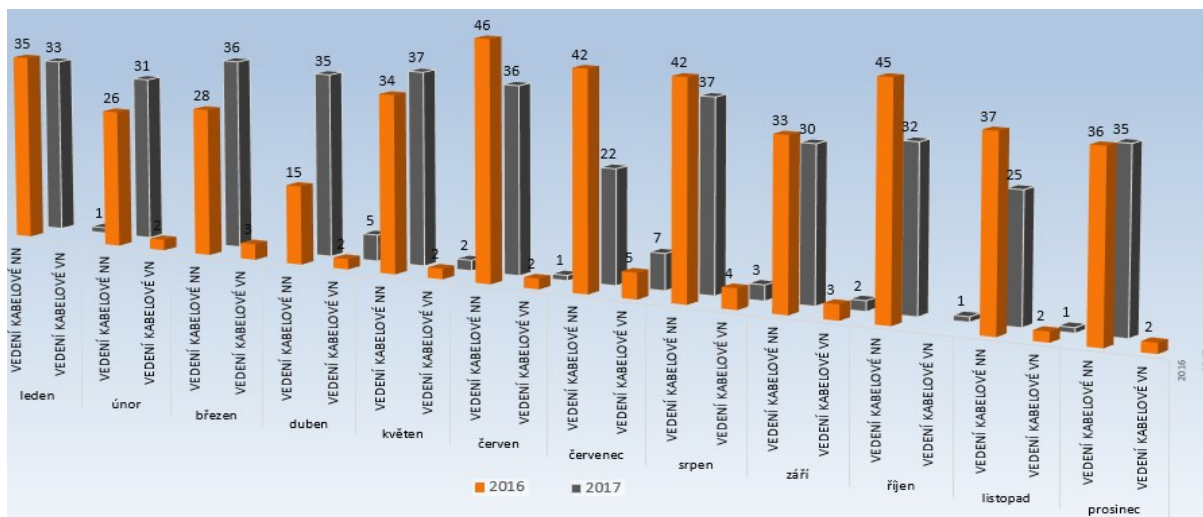
Graf 4-1 Poruchy na venkovním vedení nn a vn za rok 2016 a 2017.



4.2 Poruchy na kabelovém vedení nn a vn

Naproti tomu je podzemní kabelové vedení, co se týče poruchových stavů v roce 2016 a 2017 téměř vyrovnané jak ukazuje graf 4-2. Za rok 2016 bylo evidováno 446 poruch z toho 419 na hladině nízkého napětí a 27 na hladině vysokého napětí. V roce 2017 činil celkový počet 412 poruch z toho 389 na hladině nízkého napětí a 23 na hladině vysokého napětí.

Graf 4-2 Poruchy na kabelovém vedení nn a vn za rok 2016 a 2017.

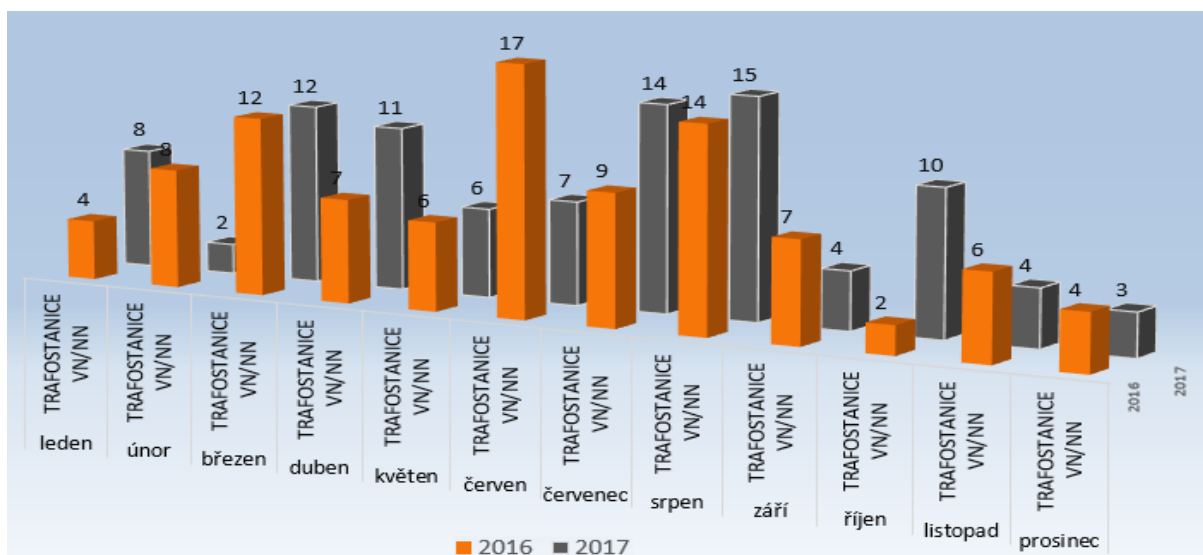


Pro masivní snížení poruch se tedy jeví jako nejvhodnější řešení celková, nebo převážná obměna venkovního vedení za kabelové. To by jistě eliminovalo drtivou část poruch způsobených větrem a sním spojeným pádem stromů a větví na vodiče elektrické energie. Dalším pozitivním vlivem by bylo odstranění podpěrných bodů a stožárů, které hyzdí přirozený ráz krajiny a celkového okolí. Avšak přihládneme-li k množství a rozsahu venkovního vedení je zřejmé, že investice k takovému radikálnímu řešení je astronomická. Dalším problémem by bylo sjednání věčných břemen k pozemkům a tudíž trasám, kterými by kabely procházely.

Musíme si uvědomit, že kabelizace je provedena pouze v centrech měst a převážná část odběratelů se nachází v okolních obcích, vesnicích a na okrajích měst.

Kromě poruch na venkovním a podzemním kabelovém vedení evidujeme také poruchy přímo na distribučních trafostanicích, jak ukazuje graf 4-3. Toto jsou poruchy jako vadná pojistka vn ze strany přívodu na transformátor, vypadlý deion v rozvaděči nn anebo upálené kabelové oko v rozvaděči nn. Těchto poruch bylo evidováno za rok 2016 a 2017 zcela stejně a to 96 poruch v každém roce [8].

Graf 4-3 Evidované poruchy na trafostanicích.

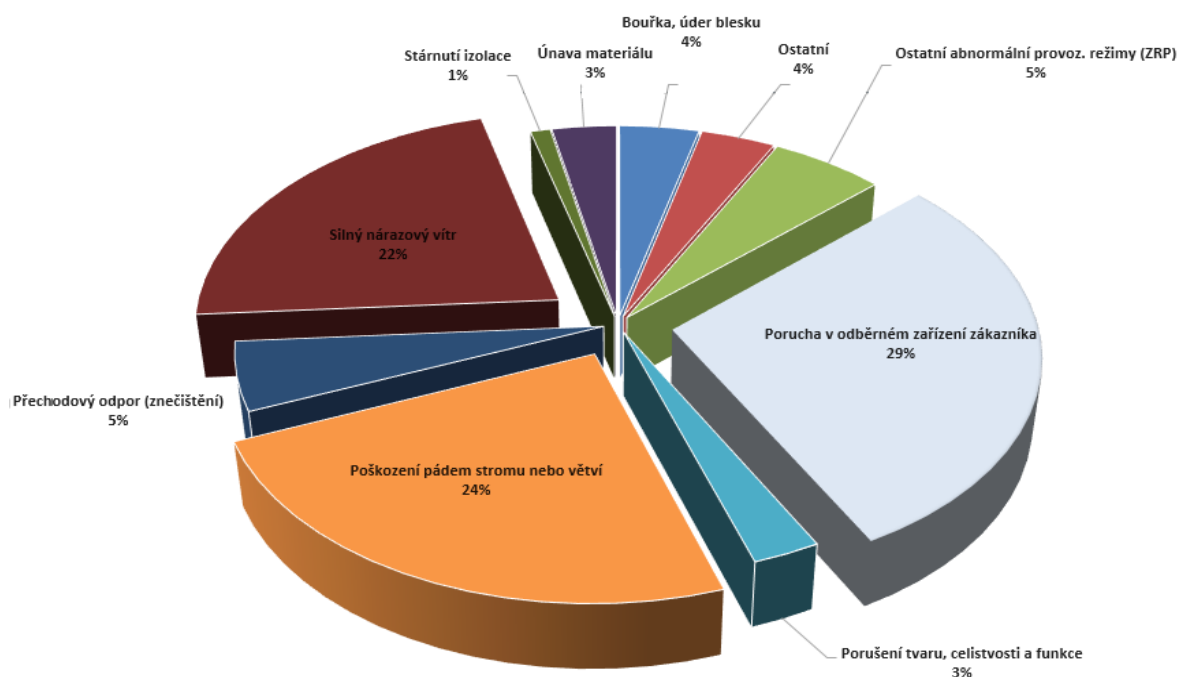


4.3 Příčiny poruch v nejporuchovějším měsíci v roce 2016

V grafu 4-1 vidíme, že nejporuchovější měsíc s převládajícím počtem poruch v roce 2016 byl červen a to s celkovým počtem 410 poruch.

Nejčastější příčinu poruchového stavu silný nárazový vítr společně s pádem stromu nebo větve na vedení vidíme v grafu 4-4. Také porucha v odběrném zařízení zákazníka je velice častá. Ta vzniká převážně opakujícím se voláním mnoha zákazníků na poruchovou linku distribuce a tudíž její opětovná duplicita. Porucha mohla nastat na vedení vn což omezilo od dodávky elektrické energie velké množství odběratelů, kteří poté oznamovali poruchový stav. Po obnovení dodávky ze strany vn a zprovoznění distribuční trafostanice 22 kV/04 kV bylo však stále evidováno velké množství poruch ze strany nn, které už však nebyly aktuální. Z tohoto důvodu po příjezdu elektromontéra na místo byl zjištěn již bezporuchový stav a tato porucha se zařadila jako porucha u zákazníka/marný výjezd. Vidíme tedy, že převládají tři druhy příčin, které můžeme přisuzovat nepříznivým povětrnostním podmínkám. Lze vyčíst ze zpravodajských deníků, že právě 17. června 2016 zasáhl Moravskoslezský kraj neobvykle silný vítr a způsobil tak velké hospodářské škody [8].

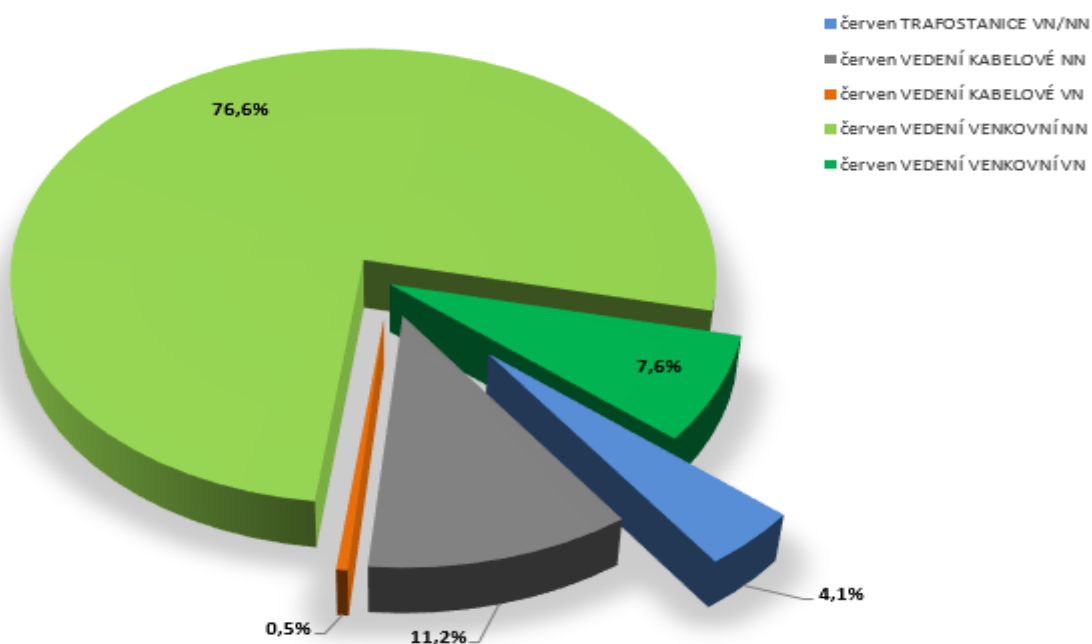
Graf 4-4 Poruchy a jejich příčiny za měsíc červen v roce 2016.



Jak ukazuje graf 4-5 který rozděluje poruchy v nejporuchovějším měsíci červen v roce 2016 na venkovní nn a vn, podzemní kabelové nn a vn tak i poruchy na samotných trafostanicích. Je na první pohled zřejmé, že venkovní je nejporuchovější. Dokážeme si tedy představit výrazné snížení poruchových stavů v případě celkové kabelizace venkovního vedení.

4.3.1 Rozdělení kabelových a venkovních poruch měsíci červen

Graf 4-5 Rozdělení poruch za měsíc červen v roce 2016.

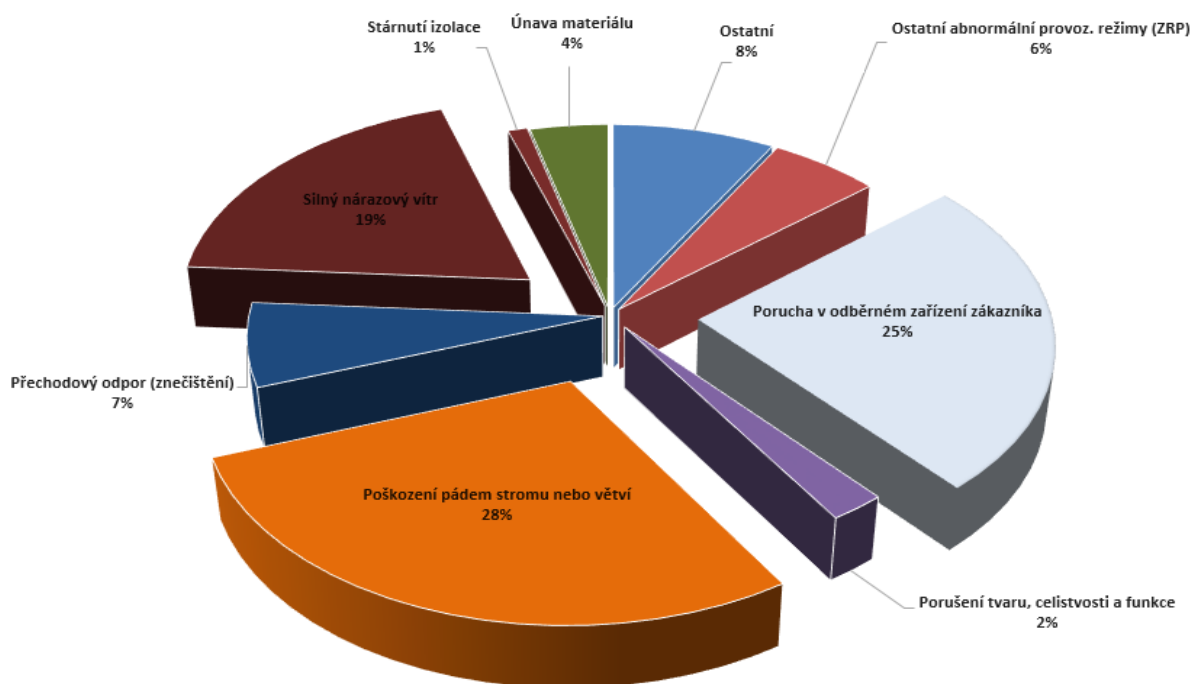


4.4 Příčiny poruch v nejporuchovějším měsíci v roce 2017

V roce 2017 jsou trendy obdobné. Mírné navýšení poruchovosti v letních měsících mají na svědomí časté letní bouřky hovorově nazývané bouřky z tepla. Tyto bouřky doprovází hustý déšť, silný nárazový vítr a výjimkou není krupobití. Razantnější nárůst poruchovosti oproti roku 2016 je vidět v měsíci říjen. Konkrétně 29. října 2017 kdy se přes Česko přehnal orkán Herwart, který se umístil hned za nejničivějším orkánem Kyrill z roku 2007.

V měsíci říjen vzniklo na dispečerské oblasti Karviná celkem 307 poruch. To je oproti roku 2016 téměř dvouseťprocentní nárůst poruch nn a taktéž vedení vn. Graf 4-6 ukazuje jednotlivé příčiny poruch za měsíc říjen. Rovněž jako v roce 2016 nám zde převládají poruchy způsobené pádem větve, nebo stromu na vedení a v odběrném zařízení zákazníka.

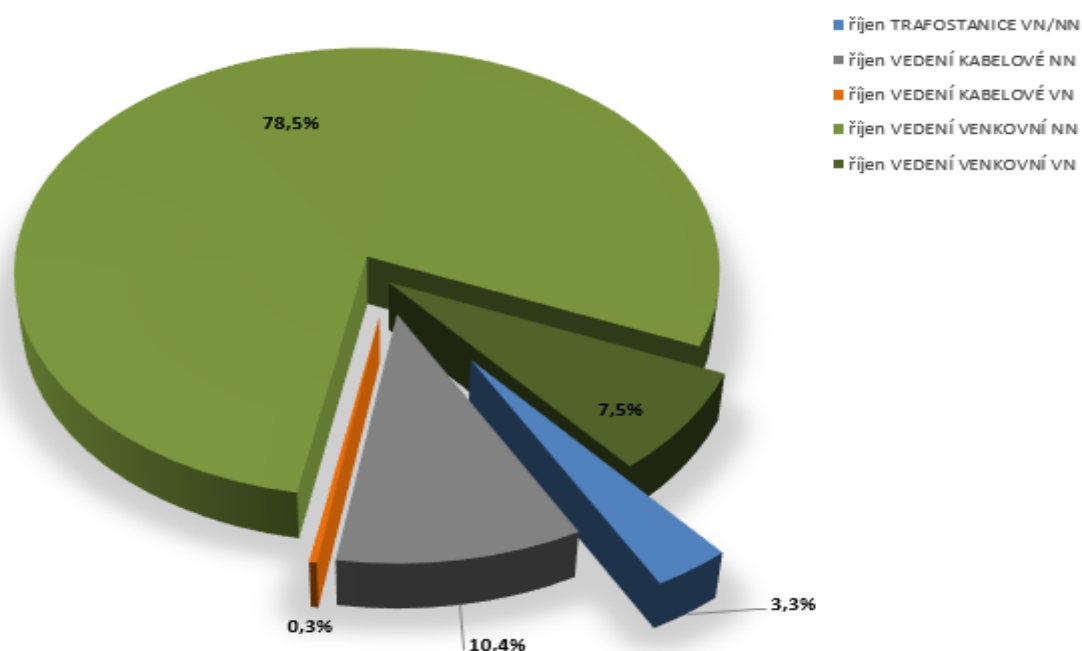
Graf 4-6 Poruchy a jejich příčiny za měsíc říjen v roce 2017.



4.4.1 Rozdělení kabelových a venkovních poruch měsíci říjen

Při porovnání poruch na venkovním a kabelovém vedení jak vidíme v grafu 4-7 je opět na první pohled patrné že kabelizací venkovního vedení by došlo k snížení poruchových stavů. Nemalým způsobem snížení poruch napomáhá také rekonstrukce vedení, která se již provádí systémem izolovaných vodičů AES popsány v kapitole izolované venkovní vedení nn.

Graf 4-7 Rozdělení poruch za měsíc říjen v roce 2017.



Také v prosinci roku 2017 se přes Moravskoslezský kraj přehnala vichřice Xanthos a můžeme tedy v grafu 4-1 vidět nárůst poruchovosti oproti předešlému roku. Přes sílu zmiňovaného orkánu Herwart kdy vítr přesahoval rychlost 130 km/h. se dá hovořit o nízké poruchovosti. Vliv nízké poruchovosti lze tedy přisoudit dostatečnému a kvalitnímu provedení ŘPÚ (např. dostatečné ořezy kolem vedení), dostatečné údržbě a obměně staršího vedení za nová.

V obou letech nám tedy převládají poruchy způsobené pádem větve nebo stromu na vodiče a tím i jejich poškození a porušení celistvosti. Následně mohou být poškozené izolátory a samotné podpěrné body jak vidíme na obrázku 3-1. Materiální škody a časová náročnost na obnovu dodávky elektrické energie tak výrazným způsobem rostou směrem vzhůru.

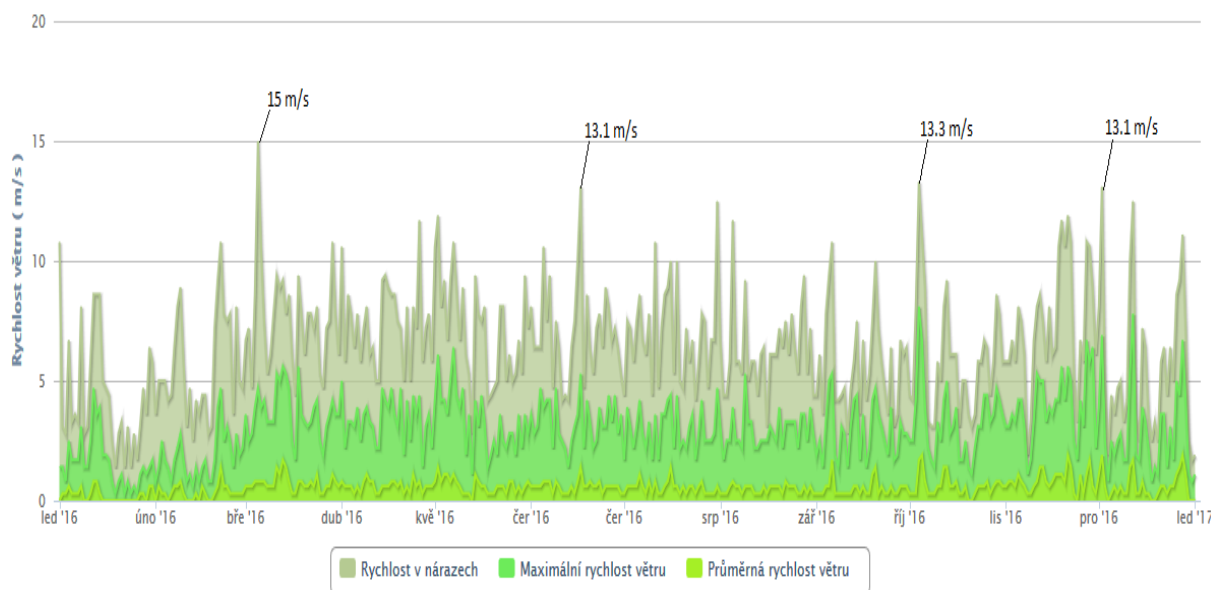
Velká část poruch je již odstraněna při provádění řádu preventivní údržby samotnými montéry. Jsou to poruchy typu prasklý pojistkový článek ať už v hlavní domovní skříni, nebo rozpojovacím prvku. Dalšími častými závadami odstraňovanými ihned při ŘPÚ jsou například spadlý vodič z izolátoru na neuzemněné konzoli, proudový spoj v rozpojovacích skříních nebo úprava selektivity jističů. Odstraněním těchto závad, které ještě nezpůsobily výpadek elektrické energie, je ušetřeno mnoho času a také případných škod které by vznikly v důsledku konečné poruchy.

5 Povětrnostní podmínky za rok 2016 a 2017

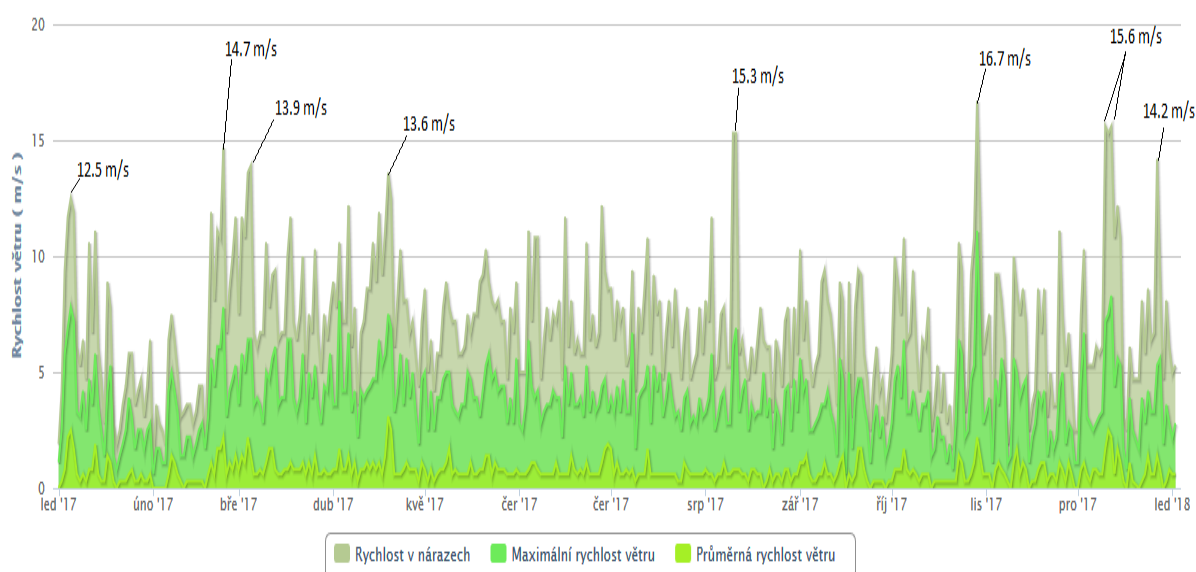
Jak již bylo zmíněno, tak rychlost větru a nárazové poryvy mají největší vliv na četnost poruchových stavů u všech napěťových hladin. Nejen že vítr vyvrací stromy a láme větve, které při pádu na vedení způsobí zemní spojení, nebo mezifázový zkrat, ale dokáží rozhoupat vodiče, které s pomocí vibrací přenášených po natažených vodičích dovedou zlomit izolátor, který podpírá a izoluje vodič pod napětím od neživé části, a tedy vlivem jeho destrukce dochází k zemním spojení, výpadku předřazené pojistky na vedení nn nebo výpadku celého z rozvodny napájeného vedení vn.

Na grafu 4-8, 4-9 jasně vidíme, že nepříznivé povětrnostní podmínky převažovaly v roce 2017 téměř po celý rok. To způsobilo velmi častý výskyt poruchových stavů a tím nemalé škody na vedení a času omezení dodávky elektrické energie pro odběratele. Řádným provedení řádu preventivní údržby dokážeme snížit ovlivnitelné poruchové stavy, jako například výměna poškozených izolátorů, okleštění vegetace v okolí vodičů, náprava selektivity předřazené pojistky, výměna popálených vodičů až rekonstrukcí daného nevyhovujícího úseku vedení za nový. Avšak s extrémně silným větrem, krupobitím, námrazou a silnými mrazy neuděláme nic, co se týče venkovního nadzemního vedení [6].

Graf 4-8 Rychlost větru za rok 2016 [12].



Graf 4-9 Rychlost větru za rok 2017 [12].



5.1 Vlastní doporučení

Vzhledem k přímým souvislostem poruchovosti a nepříznivým povětrnostním vlivům bych doporučil i přes počáteční velké náklady zrekonstruovat vedení vysokého napětí procházející zalesněnými oblastmi a nahradit tak venkovní vedení náchylné na silný vítr bezpečnějším kabelovým vedením. To by v případě nárazových větrů eliminovalo poruchy na vysokém napětí a tím také značné počty odběratelů bez elektrické energie tedy snižovalo ukazatel SAIFI. Dalšími výhodami jsou úspora financí v případě pádu stromu na vedení a jeho následná oprava, bezpečnější provoz, co se týče možného úrazu elektrickým proudem, omezení kácení lesů, stoprocentní ochrana ptactva a nezneškodnění přirozeného rázu krajiny.

Eliminací poruch na vysokém napětí, které si většinou žádají zapojení dvou a více montérů (popřípadě externích firem) na odstranění jedné poruchy zůstává tak více času na poruchy nn, což pomůže snížit hodnotu ukazatele SAIDI. Zároveň při snížení obou ukazatelů zůstává více času na plánované omezení distribuce elektrické energie nutné pro rekonstrukci zastaralé a nevyhovující distribuční soustavy nebo pro ŘPÚ které nelze provádět metodou PPN.

Závěr

Tato bakalářská práce s názvem Poruchovost vedení nn a vn se zabývá prvky distribuční sítě na napětíových hladinách nízkého a vysokého napětí. V první části jsou popsány druhy vedení, které v elektrizační soustavě využíváme a rozdělujeme do dvou kategorií, což jsou venkovní vedení a kabelová podzemní vedení. Výsledkem je zjištění, že venkovní vedení používáme převážně tam, kde není hustá zástavba a kde je dostatek prostoru k umístění podpěrných bodů. Dalšími výhodami jsou menší náklady na výstavbu a v případě poruchy snadnější lokalizace poruchového místa. Dále jsou popsány typy zapojení elektrické sítě. Mezi nejpoužívanější typy zapojení elektrické sítě ve městech s hustou zástavbou patří mřížová soustava a do menších obcí se vyplatí použít paprskovou nebo průběžnou síť.

Další část práce popisuje řád preventivní údržby na jednotlivých prvcích nízkého a vysokého napětí a to jak venkovního tak i kabelového vedení. Již při samotné údržbě je nalezeno a odstraněno mnoho závad, které bez těchto prohlídek a údržby končí poruchou a výpadkem elektrické energie nebo se musí posoudit, zda a případně jak dlouho je daný prvek stále schopen vykonávat svou činnost při dodržení bezpečného provozu.

Následující část je věnována nejčastějším poruchám a jejím příčinám vzniku na nízkém a vysokém napětí. Za nejčastější nedodávky můžeme považovat výpadek jističů následkem zkratu způsobeného pádem větve nebo stromu na vodiče. Toto se děje převážně za nepříznivých klimatických podmínek a to silného nárazového větru nebo nedostatečného ořezu kolem vodičů elektrické energie. Dále jsem uvedl výpočet sledovaných ukazatelů SAIDI, SAIFI a standardy odstranění poruch na jednotlivých napětíových hladinách a druhu poruchy.

V závěrečné části mé práce je provedeno vyhodnocení poruchovosti v sítích nízkého a vysokého napětí za rok 2016 a 2017 na dispečerské oblasti Karviná, kde osobně pracuji jako elektromontér a podíílím se jak na odstraňování, tak na předcházení poruchových stavů. Zvláštní pozornost jsem věnoval nejporuchovějším měsícům. V roce 2016 to byl měsíc červen s celkovým počtem poruch 410 z toho 76% na venkovním vedení nn a 7,6% na venkovním vedení vn. Naproti tomu poruch na kabelovém vedení bylo pouze 11,7% v obou napětíových hladinách. V roce 2017 byl nejporuchovější měsíc říjen s počtem 307 poruch z toho 78% na venkovním vedení nn a 7,5% na vn. Kabelových poruch bylo pouze necelých 11% v obou napětíových hladinách. Dále jsem porovnal průměrnou rychlost větru v obou letech. A jak se ukázalo, rok 2017 byl oproti roku 2016 nadprůměrně větrný, což se projevilo na navýšení poruchových stavů během celého roku 2017 o 18,6%. Na venkovním vedení nízkého a vysokého napětí vznikl nárůst o 25,1% příčinou nepříznivých povětrnostních podmínek. Avšak na kabelovém vedení nn a vn počet poruch klesl o 7,6%. Řád preventivní údržby tedy napomáhá snížit počty poruch, ale kabelizace venkovního vedení se jeví jako neúčinnější způsob snížení poruchovosti a tím ukazatelů SAIDI a SAIFI.

Seznam použité literatury

- [1] Tůma, J., Rusek, S., Martínek, Z., Chmišinec, I., Goňo, R.: Spolehlivost v elektroenergetice. ČVUT Praha, 2006, ISBN 80-239-6483-6
- [2] Vyhláška č. 540/2005 Sb o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice, ve znění vyhlášky č. 41/2010 Sb.
- [3] Hradílek Z: Elektroenergetika distribučních a průmyslových sítí, skriptu VŠB-TU Ostrava 2008
- [4] Ceplecha R.: Řád preventivní údržby ČEZ Distribuce, a.s.
- [5] *Podkladové materiály, Koncepce kabelových a venkovních vedení nízkého a vysokého napětí, ČEZ Distribuce*;[cit. 2018.04.08]. Dostupné z: <http://www.cezdistribuce.cz/>
- [6] ERÚ.cz: *Zásady cenové regulace pro období 2016-2018* [online]. [cit. 2018.04.12]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/-/zasady-cenove-regulace-pro-obdobi-2016-2018-pro-odvetvi-elektroenergetiky-plynarenstvi-a-pro-cinnosti-operatora-trhu-v-elektroenergetice-a-plynarens-1?inheritRedirect=true>
- [7] Vlastní zdroj dat.
- [8] Interní data ČEZ
- [9] *Draka.cz* [online]. [cit. 2018.04.08]. Dostupné z: <http://www.draka.cz/>
- [10] *OENERGETICE.CZ* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/elektroenergetika/vodice-venkovnich-elektrickych-vedeni/>
- [11] *Odbornecasopisy.cz* [online]. [cit. 2018.04.08]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/svorky-pro-izolovane-venkovni-vedeni-nizkeho-napeti--15074>
- [12] *Meteopress.cz* [online]. [cit. 2018.04.08]. Dostupné z: <https://www.meteopress.cz>